

# 局地的短時間強雨に対する気象庁高解像度降水ナウキャストの予測精度検証

加藤亮平, 清水慎吾, 下瀬健一, 前坂剛, 岩波越 (防災科学技術研究所), 中垣壽 (日本気象協会)

## 1. はじめに

「ゲリラ豪雨」とも呼ばれる短時間の局地的豪雨は都市型水害等をもたらすため、その予測手法の開発及び予測精度の検証は重要である。防災科学技術研究所では戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) の一環としてこのような局地的短時間豪雨に対する予測手法の開発を行っている。

降水の短時間予測手法は以下の3種類に大別される。1つ目はレーダーによる雨域等の時間外挿をベースとしたナウキャスト法、2つ目は数値モデルによる予測法であり、これら2つの手法の長所を活かしたブレンド手法が3つ目である。このブレンド手法はある時刻までナウキャスト法で予測し、時間が経つにつれ、数値モデルによる予測に置き換えることにより、予測精度を向上させる手法である。このブレンド手法において、どのタイミングで、どのくらいの割合でナウキャスト法と数値モデルによる予測結果をブレンドすればよいかが1つの研究課題となっている。このブレンドする際の重みは、ナウキャスト法と数値予測法それぞれの予測精度を基に決めるのが望ましい。したがって、局地的短時間豪雨に対するブレンドシステムの開発にあたっては、ナウキャストと数値モデルによる予測の精度が予測時間の増加とともにどのように変化するかを事前に検証しておく必要がある。

本研究では、ブレンドシステムとして採用するナウキャストデータの一つの候補である気象庁高解像度降水ナウキャスト (木川, 2014) を用いて、局地的短時間強雨に対する予測精度の検証を行う。

## 2. データと事例の抽出

2014年8月に公開された気象庁の高解像度降水ナウキャストデータを用い予測精度の検証を行う。データの予測期間は60分で時間間隔は5分である。このデータには全国をカバーする気象庁のCバンドレーダーに加え、水平分解能が高く偏波情報も加味された国交省XバンドMPレーダー (以後X-MP) のデータも活用されている。水平格子間隔は30分までの予測に対して250m, 35分から60分までは1kmである。この高解像度降水ナウキャストは、単純な時間外挿ではなく、積乱雲の生成や衰退過程も予測する。

事例抽出の対象期間は局地的短時間強雨の頻度の高い暖候期とし、2014年8月8日から9月30日までの54日間とした。なお、データが公開されたのは2014年8月5日であるが、8月7日まで品質の良くないデータが混じっていたため、8月8日を解析開始日とした。

事例の抽出においては、気象庁解析雨量の前1時間積算雨量 (P1h) を利用した。事例の抽出における強雨の条件として、P1hが50mm以上とした。この値は、都心の下水処理能力の限界の目安である。したがって、本研究は都市型水害を引き起こす可能性のある非常に激しい降雨事例に焦点を当てている。次に、局地的なメソスケール (2-20 km) の事例を選択する目的で、

P1h $\geq$ 50 mmの領域を取り囲む、P1h $\geq$ 30 mmの閉曲面の水平スケールが10 km以下 (面積が100 km<sup>2</sup>以下) の事例を抽出した。さらに、強雨が数時間持続する集中豪雨のような事例を除くため、3時間積算雨量が150 mm以上、もしくは24時間積算雨量が200 mm以上の事例を除いた。

事例抽出の対象領域はX-MPのカバー率のよい関東・中部・近畿において、X-MPの定量観測範囲内 (図1の半径60 km円内) とした。この領域において、P1h $\geq$ 50 mmをもたらした積乱雲群が、そのライフサイクルの大部分において、X-MPの定量観測範囲内に存在するように、X-MPの定量観測範囲の端で抽出された事例は除いた。以上の条件により、局地的短時間強雨が23事例抽出された。

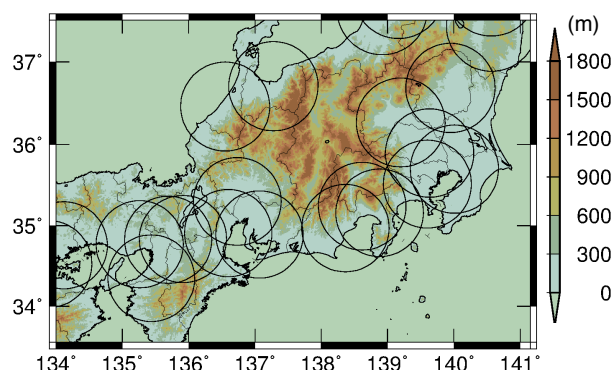


図1 関東・中部・近畿の地図。事例抽出の対象領域はX-MPの定量観測範囲内 (半径60 km円内) である。色調は標高を示す。

## 3. 予測精度の検証手法

予測精度の検証において、真値を高解像度降水ナウキャストの初期値 (解析値) の降水強度とし、各予測時刻の降水強度の予測値と5分毎に比較した。予測精度検証の指標として、CSI (Critical Success Index), POD (Probability Of Detection), FAR (False Alarm Ratio) を用いた。

評価領域は、ある事例に対してP1hが最大値を記録した地点をおよその中心とする緯度・経度が1° $\times$ 1°の領域とした。この程度の広さの領域を設定することにより、今回の事例ではP1h $\geq$ 50 mmの降水をもたらした積乱雲群のライフサイクルを概ね含むことができた。一方で、P1h $\geq$ 50 mmの降水をもたらした積乱雲群以外の積乱雲群が緯度・経度1° $\times$ 1°の評価領域に存在する場合、これらの予測精度も評価されることになる。しかしながら、P1h $\geq$ 50 mmの局地的短時間強雨が発生した周辺における強雨の予測精度を検証するという目的においては、本評価領域の設定は妥当であると考えられる。

評価期間は、P1h $\geq$ 50 mmをもたらした積乱雲群が生成し消滅するまでとし、そのうちこれらの積乱雲群が緯度・経度1° $\times$ 1°の評価領域内に存在する期間を解析期間とした。この評価期間は事例により異なり、2時間から5時間40分となった。評価期間を決定するための、積乱雲群の検出における降水強度の閾値として、積乱雲群のトレーサビリティが高い20 mm h<sup>-1</sup>を採

用した。この値は、Z-R 関係からレーダー反射強度に換算すると 43.8 dBZ に相当し、過去の積乱雲群の追跡アルゴリズムの検証で用いられた閾値の値 (44 dBZ, Kyznarova and Novak, 2009) と同程度である。また、40 dBZ の閾値を用いると、積乱雲群を高い精度で追跡可能であることも報告されている (Shimizu and Uyeda, 2012)。

#### 4. 結果

図2に局地的短時間強雨 23 事例に対して、予測時間毎に平均した CSI と予測時間の関係を様々な降水強度の閾値に対して示す。スコア計算における降水強度の閾値が大きいほど、すなわちより強い雨ほど、どの予測時間に対しても予測精度が低くなることわかる。

図3に局地的強雨 23 事例に対して平均した予測精度 (CSI, POD, FAR) と予測時間の関係を 2つの降水強度の閾値に対して示す。まず、50 mm h<sup>-1</sup>以上の非常に激しい降水域に対する精度に着目する (図3a)。5 分後の予測のスコアは、CSI=0.33, POD=0.53, FAR=0.53 であり、5 分後ですでに精度は高くない。20 分後には、CSI=0.10, POD=0.17, FAR=0.80 となり、予測精度が短時間で急激に低下していることがわかる。次に、20 mm h<sup>-1</sup>以上の強雨に着目する (図3b)。5 分後のスコアは、CSI=0.50, POD=0.67, FAR=0.35 であり、50 mm h<sup>-1</sup>以上の非常に激しい降水域のスコアに比べると予測精度は高いものの、十分でない。30 分後には、CSI=0.14, POD=0.23, FAR=0.73 となり、50 mm h<sup>-1</sup>の閾値の場合と同じく、予測精度は短時間で急激に低下していた。

#### 5. まとめと今後の課題

1 時間積算雨量が 50 mm 以上の非常に激しい降水をもたらした局地的短時間強雨 23 事例に対して、気象庁高解像度降水ナウキャストの予測精度を検証した。20 mm h<sup>-1</sup>以上の強雨域の予測精度は数 10 分の短時間で急激に低下することが示された。したがって、このような局地的短時間強雨に対して、ブレンディング手法を用いて予測精度を上げるには、数 10 分先の予測精度がよい数値モデルの結果をブレンドする必要がある。現在、防災科学技術研究所ではこのような数値モデルの開発も進めており、本精度評価の結果を基にブレンディングモデルの開発を進める予定である。

#### 謝辞

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム)「レジリエントな防災・減災機能の強化」(管理法人: JST) によって実施された。

#### 参考文献

- Kyznarova, H. and P. Novak. (2009): CELLTRACK - Convective cell tracking algorithm and its use for deriving life cycle characteristics. *Atmos. Res.*, **93**, 317-327.
- Shimizu, S. and H. Uyeda. (2012): Algorithm for the identification and tracking of convective cells based on constant and adaptive threshold methods using a new cell-merging and -splitting scheme. *J. Meteor. Soc. Japan*, **90**, 869-889.
- 木川 誠一郎 (2014): 高解像度降水ナウキャストにおける降水の解析・予測技術について、*気象庁測候時報*, **81**, 55-76.

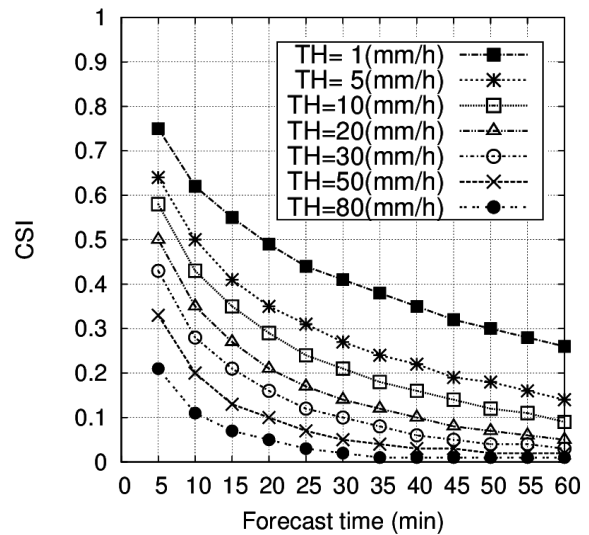


図2 局地的短時間強雨 23 事例に対して平均した CSI と予測時間の関係。TH は CSI 計算における降水強度の閾値 (mm h<sup>-1</sup>) を示す。

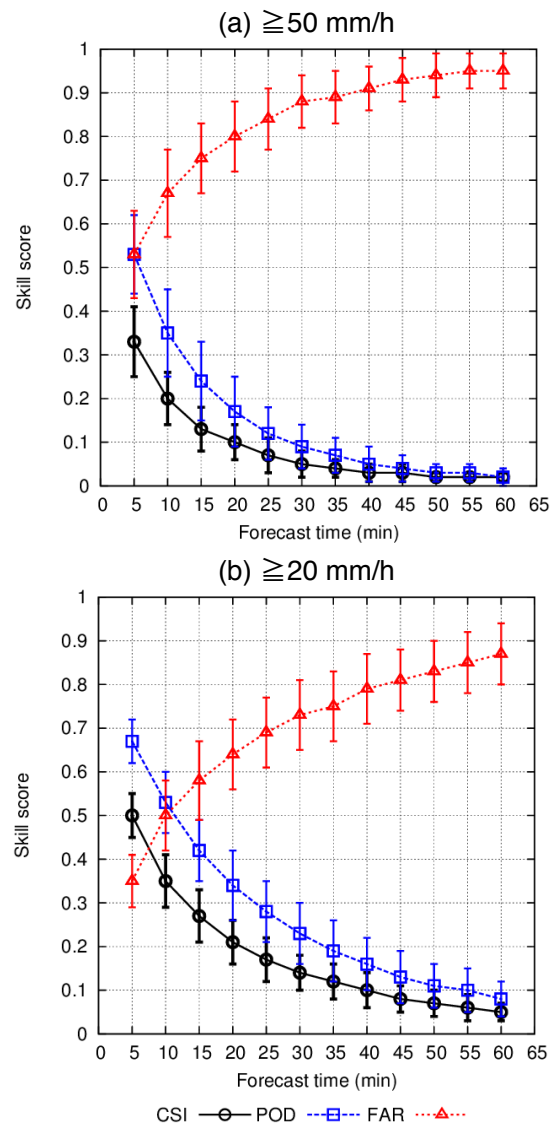


図3 局地的短時間強雨 23 事例に対して平均した予測精度 (CSI, POD, FAR) と予測時間の関係。降水強度の閾値は (a) 50 mm h<sup>-1</sup>, (b) 20 mm h<sup>-1</sup> である。エラーバーは標準偏差を示す。